

بررسی دقت رادیوگرافی دیجیتال تفریقی در تشخیص پوسیدگی های ثانویه در دندانهای مولر دائمی

دکتر علی پیمانی^۱ دکتر سعید نعمتی انارکی^۲ دکتر سحر حسینخانی^۳ دکتر بنت الهدی کمالی^۴

۱- عضو هیئت علمی گروه آموزشی رادیولوژی دهان، فک و صورت دانشگاه آزاد اسلامی واحد دندانپزشکی تهران

۲- استادیار گروه ترمیمی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد دندانپزشکی تهران

۳- دندانپزشک

۴- دانشجوی دستیاری رادیولوژی دهان، فک و صورت دانشگاه آزاد اسلامی واحد دندانپزشکی تهران

خلاصه:

سابقه و هدف: بدلیل محدودیت های رادیوگرافی معمولی در تشخیص پوسیدگیهای ثانویه، این مطالعه با هدف تعیین قدرت رادیوگرافی **Digital Subtraction** در تشخیص پوسیدگی های ثانویه انجام شد.

مواد و روش ها: مطالعه با طراحی تشخیصی بر روی ۴۰ دندان مولر دائمی سالم که در محلول فرمالین ۱۰ درصد نگهداری شده بود انجام شد. ۸۰ حفره کلاس دو استاندارد در سطوح میال و دیستال دندانها ایجاد و با آمالگام ترمیم شد. دندانها توسط پوتی در فیلم نگهدارنده **xcp** ثابت شدند و تصاویر دیجیتال اولیه از هر دندان تهیه و در حافظه دستگاه ذخیره گردید. سپس پوسیدگی ثانویه توسط فرز روند ۱ به عمق ۱ میلیمتر در دیواره لثه ایجاد شده، توسط موم قرمز ترمیم شد. از دندانها مطابق تابش اولیه تصویر دیجیتال گرفته و تصاویر در حافظه دستگاه ذخیره شد. بعد از بررسی تصاویر توسط متخصصین، نتایج آماری با استفاده از نرم افزار (۱۶) **spss** بررسی شد و شاخص های پنج گانه تشخیصی محاسبه شد.

یافته ها: **PPV** (ارزش پیش بینی مثبت) و **NPV** (ارزش اخباری منفی) حساسیت و ویژگی به ترتیب، در ناحیه میال ۷۱/۶٪، ۷۵/۴٪، ۶۹/۶٪ و ۷۷/۲٪ و در ناحیه دیستال ۸۷٪، ۸۶٪، ۷۹/۴۵٪ محاسبه گردید. در ناحیه میال میزان خطای تشخیص **DSR** (۲۶/۲٪) نسبت به ناحیه دیستال (۱۷/۴٪) بیشتر بود که این اختلاف از لحاظ آماری معنادار بود. ($P < 0.01$)

نتیجه گیری: به نظر می رسد استفاده از رادیوگرافی **Digital subtraction** در تشخیص پوسیدگی های ثانویه به خصوص در سطح دیستال دندان مفید است.

کلید واژه ها: رادیوگرافی، پوسیدگی دندان، مولرها، رادیوگرافی دیجیتال تفریقی

وصول مقاله: ۹۱/۱۱/۱۶ اصلاح نهایی: ۹۲/۲/۱۲ پذیرش مقاله: ۹۲/۳/۲۲

مقدمه:

پوسیدگی ثانویه عنوان می کنند.^(۳) امروزه روش های تشخیص پوسیدگی ثانویه شامل بررسی بالینی در یک محیط خشک و با نور کافی و مشاهده چشمی، حس لامسه، از طریق سوند دندانپزشکی، استفاده از **Cones Detector**، نخ دندان، رادیوگرافی های دندان و دانش احتمالات است تا مشخص شود وضعیت مفروض سلامت است یا خطری که باعث شکست های بعدی می شود.^(۴) رادیوگرافی ها روش های مناسب و عالی جهت تشخیص پوسیدگی هایی هستند که از نظر بالینی آشکار نمی باشند و این امر موجب می شود که جایگزینی ترمیم های مشکوک به پوسیدگی تا زمان ایجاد شواهدی در رادیوگرافی به

تشخیص پوسیدگی ثانویه یکی از مشکلاتی است که دندانپزشکان همواره با آن مواجه هستند. به گفته **G.V.Black** پوسیدگی ثانویه شروع مجدد یا برگشت پذیر پوسیدگی در لبه های ترمیم است.^(۱) پدیده ای که بلافاصله در مجاور ترمیم و به دنبال ریز نشت یا عدم گسترش کافی ترمیم یا برداشت ناکافی پوسیدگی های اولیه حاصل می شود.^(۲) حدود ۷۵ درصد درمان های دندانپزشکی شامل جایگزینی ترمیم به علل مختلف می باشد که از این بین دندانپزشکان علت اصلی این جایگزینی را در اکثر موارد

نویسنده مسئول مکاتبات: دکتر بنت الهدی کمالی، دانشجوی دستیاری رادیولوژی دهان، فک و صورت دانشگاه آزاد اسلامی، واحد دندانپزشکی تهران، پاسداران، نیستان دهم، پلاک ۴، تلفن:

۲۲۵۴۵۷۱ پست الکترونیک: bhk1364@yahoo.com

مواد و روش ها:

تحقیق از نوع تشخیصی و جامعه مورد بررسی دندانهای مولر دائمی کشیده شده انسان بود که در آنها پوسیدگی ثانویه ایجاد شده بود. حجم نمونه برای این مطالعه تشخیصی با توجه به مقالات مشابه ۴۰ نمونه که در مرحله بعد بر روی دندان های مورد مطالعه توسط فرز روند پوسیدگی ثانویه ایجاد گردید.^(۸) وسایل مورد نیاز در این تحقیق شامل موارد زیر بود.

- دستگاه رادیوگرافی دیجیتال داخل دهانی (Ritter) ساخت آمریکا

- یک دستگاه کامپیوتر و مانیتور ۱۷ Flatron LG -F 700 B ساخت کشور کره

-توربین ساخت ژاپن (NSK) و فرز الماسی (۰/۰۰۸) و فرز روند ۱

-دندان مولر دائمی کشیده شده انسان

- برنامه ساب ترکشن آزمایشگاهی

این تحقیق به صورت آزمایشگاهی و بر روی ۴۰ دندان مولر دائمی بدون پوسیدگی انجام پذیرفت. دندانها در محلول فرمالین ۱۰ درصد نگهداری گردید. تعداد ۸۰ حفره کلاس II با ابعاد استاندارد در مزایال و دیستال دندانها ایجاد و با آمالگام ترمیم شد. سپس دندانها شماره گذاری شده و توسط پوتی در فیلم نگهدار "XCP" ثابت گردید. تصویرهای دیجیتال اولیه از هر دندان با زمان تابش اشعه ۰/۲ ثانیه تهیه و در حافظه دستگاه ذخیره شد و در فرم اطلاعاتی شماره ۱ از نظر وجود یا عدم وجود پوسیدگی ثانویه ثبت گردید. در مرحله بعد پوسیدگی ثانویه توسط فرز روند ۱ به عمق ۱ میلی متر طبق روش استاندارد در دیواره جینجیوال ایجاد و توسط موم قرمز ترمیم شد.^(۸،۱۳) از دندانها مطابق زمان تابش اولیه تصویر دیجیتال گرفته و تصاویر در حافظه دستگاه ذخیره شد.

بعد از ذخیره کردن تمامی تصاویر، دو تصویر که باید از هم تفریق داده شوند (تصویر دندان بدون پوسیدگی ثانویه و تصویر همان دندان با ضایعه ایجاد شده توسط فرز) در کنار یکدیگر قرار گرفت و دیجیتال ساب ترکشن با استفاده از برنامه ساب ترکشن انجام پذیرفت. سپس ۲ متخصص رادیولوژی و ۱

تعویق افتد.^(۵) البته در مورد میزان قدرت و صحت تشخیص توسط رادیوگرافی ها نیز تناقضاتی مطرح است مانند وجود مواد کف بندی رادیولونست که نمای رادیوگرافیک شبیه پوسیدگی ثانویه را ایجاد می کند.^(۲) ترمیم های رادیوپاک نیز اغلب باعث مخفی شدن ضایعات رادیولونست داخل عاج می شوند.^(۶) در بسیاری از اوقات با معاینه بالینی به تنهایی امکان تشخیص پوسیدگی های ثانویه دندان وجود ندارد و جهت تشخیص دقیق، رادیوگرافی مناسب مورد نیاز است. بنابراین وقتی دو تصویر از یک جسم گرفته و شدت دانسیته نقاط متمرکز دو تصویر از هم کم شود، تصویر یکنواختی از تفاوت آنها حاصل می گردد. این مساله اساس تکنیکی به نام Digital subtraction Radiography است.^(۷) با استفاده از این روش، تشخیص کاهش مواد معدنی به میزان ۱ تا ۵ درصد در واحد حجم امکان پذیر است. در این تکنیک تمامی ساختمان های تغییر نیافته حذف شده و نواحی تغییر یافته به صورت سایه خاکستری و روشن تر یا تیره تر در تصاویر subtract ظاهر خواهند شد.^(۸) این روش با یا بدون تقویت و بهبود تصویر یک روش مؤثر در نمایش تغییرات جزئی دانسیته در مقایسه با رادیوگرافی معمولی است.^(۹) روش DSR اولین بار در سال ۱۹۳۴ توسط یک رادیولوژیست آلمانی به نام Zides Des Plants در مقالات پزشکی ارائه شد و در همان سال در آنژیوگرافی مورد استفاده قرار گرفت.^(۱۰) از جمله کاستیهای تحقیقات قبلی، میتوان به عدم بیان میزان دقت تکنیک DSR در تشخیص پوسیدگیهای عاجی و نیز عدم وجود یک استاندارد طلایی واقعی اشاره کرد.^(۱۱) بطوریکه بهره گیری از تشخیص بالینی، فیلم، CCD، صفحات PSP و CBCT همگی به ترتیب برای تشخیص پوسیدگی پروگزیمالی انجام می شود.^(۱۲) بنابر آنچه مطرح شد و توجه به کمبود اطلاعات معتبر در این زمینه، این تحقیق صورت گرفت تا قدرت تشخیص دیجیتال ساب ترکشن را در تشخیص پوسیدگی های ثانویه نسبت به داشتن یا نداشتن واقعی پوسیدگی در بخش رادیولوژی دانشکده دندانپزشکی آزاد اسلامی در سال ۱۳۹۱ مورد بررسی قرار دهد.

جدول ۱- بررسی دقت DSR در تشخیص پوسیدگی های ثانویه در مزایال دندان های دائمی

| تشخیص واقعی | تشخیص DSR | | جمع |
|-------------|-----------|-----------|-----------|
| | مثبت | منفی | |
| مثبت | ۲۵ (۳۱/۳) | ۱۰ (۱۲/۵) | ۳۵ (۴۳/۷) |
| منفی | ۱۱ (۱۳/۷) | ۳۴ (۴۲/۵) | ۴۵ (۵۶/۳) |
| جمع | ۳۶ (۴۵) | ۴۴ (۵۵) | ۸۰ |

یافته های حاصل از بررسی دقت DSR در تشخیص پوسیدگیهای ثانویه در دیستال دندان دائمی در جدول ۲ آمده است و نشان می دهد، ۵۰ درصد از کل دندان ها را پوسیده و ۵۰ درصد آنها را سالم تشخیص داده است. این موضوع در حالی است که ۴۵ درصد آنها واقعاً دارای پوسیدگی و ۵۵ درصد بقیه سالم بودند. در مورد ناحیه دیستال، میزان حساسیت ۸۶ درصد، ویژگی ۷۹/۴۵ درصد، ارزش اخباری مثبت ۷۷ درصد، ارزش اخباری منفی ۸۷ درصد و دقت ۸۲ درصد محاسبه گردید.

جدول ۲- بررسی دقت DSR در تشخیص پوسیدگی های ثانویه در دیستال دندان های دائمی

| تشخیص واقعی | تشخیص DSR | | جمع |
|-------------|-----------|-----------|---------|
| | مثبت | منفی | |
| مثبت | ۳۱ (۳۸/۷) | ۹ (۱۱/۳) | ۴۰ (۵۰) |
| منفی | ۵ (۶/۳) | ۳۵ (۴۳/۷) | ۴۰ (۵۰) |
| جمع | ۳۶ (۴۵) | ۴۴ (۵۵) | ۸۰ |

توزیع دندان های مورد بررسی بر حسب تشخیص های DSR به دو صورت صحیح (TP+TN) و ناصحیح (FP+FN) و به تفکیک ناحیه ای دیستال و مزایال که در جدول ۳ ارائه شده نشان می دهد که در ناحیه مزایال ۲۶/۲ درصد میزان خطای تشخیص DSR نسبت به ناحیه دیستال ۱۷/۴ درصد بیشتر می باشد. بر طبق آزمون نسبت ها این اختلاف از لحاظ آماری معنادار است. ($P < 0.001$)

جدول ۳- توزیع دندانهای مورد بررسی بر حسب تشخیص های صحیح و ناصحیح به تفکیک ناحیه پوسیدگی با روش DSR

| تشخیص واقعی | تشخیص DSR | | جمع |
|--------------|-----------|-----------|----------|
| | TP+TN | FP+FN | |
| ناحیه دیستال | ۶۶ (۸۲/۴) | ۱۴ (۱۷/۴) | ۸۰ (۱۰۰) |
| ناحیه مزایال | ۵۹ (۷۳/۸) | ۲۱ (۲۶/۲) | ۸۰ (۱۰۰) |

متخصص ترمیمی که هیچ اطلاعی از وجود یا عدم وجود پوسیدگی ثانویه نداشتند تصاویر را از جهت تشخیص وجود یا عدم وجود پوسیدگی ثانویه ایجاد شده ارزیابی کردند. فاصله ی مشاهده کننده ها از مانیتور ۵۰ سانتی متر بود. جهت تایید تکرارپذیری بین فردی و فردی سه مشاهده گر میزان ضریب توافق بررسی و برابر صددرصد اعلام شد. حضور یا عدم حضور پوسیدگی ثانویه ایجاد شده در فرم اطلاعاتی شماره ۲ ثبت گردید. در نهایت با استفاده از نرم افزار (SPSS) (۱۶) شاخص های تشخیص شامل ارزش اخباری مثبت (PVV) و ارزش اخباری منفی (NPV) حساسیت، ویژگی و دقت محاسبه و با استفاده از آزمون Chi-square مقایسه گردید.

یافته ها:

تحقیق بر روی ۴۰ دندان مولر دائمی سالم انجام گرفت. تعداد ۸۰ حفره کلاس دو در مزایال و دیستال دندانها ایجاد و با آمالگام ترمیم شد. با بررسی دقت رادیوگرافی دیجیتالی ساب ترکشن در تشخیص پوسیدگی های ثانویه بر روی نمونه ها، نتایج زیر حاصل گردید، در این تحقیق جهت تأیید تکرار پذیری فردی داده ها، تصاویر توسط متخصصین بررسی و ضریب توافق صد در صد حاصل شد.

با توجه به یافته های حاصل از بررسی دقت DSR در تشخیص پوسیدگیهای ثانویه در مزایال دندان دائمی که در جدول ۱ آمده است، می توان مطرح نمود که ۴۳/۷ درصد از کل دندانها را پوسیده و ۵۶/۳ درصد آنها را سالم تشخیص داده است، این موضوع در حالی است که ۴۵ درصد آنها واقعاً دارای پوسیدگی و ۵۵ درصد بقیه سالم بودند. در ناحیه مزایال، میزان حساسیت ۶۹/۶ درصد، ویژگی ۷۷/۲۷ درصد، ارزش اخباری مثبت ۷۱/۶۲ درصد، ارزش اخباری منفی ۷۵/۴۸ درصد و دقت ۷۳ درصد محاسبه گردیده است.

بحث:

امروزه استفاده از رادیوگرافی دیجیتال جهت حذف مشکلات ناشی از رادیوگرافی با فیلم رو به افزایش بوده و همین امر شناخت قسمت های مختلف و به خصوص نرم افزارهای مربوط را لازم و ضروری می نماید تا راهی مطمئن تر و سریعتر جهت تشخیص پوسیدگی های دندان بدست آید.

کاربرد روش **DSR** توانایی تشخیص تغییرات کمی در رادیوگرافی را به ما می دهد. در این روش پس از تهیه دو تصویر دیجیتالی استاندارد از بیمار و سپس مقایسه جزئیات آنها با هم می توان به مختصر تغییراتی که دیگر روشهای رادیوگرافی قادر به نشان دادن آنها نمی باشند، پی برد. امروزه غالباً از روش **DSR** در پی گیری درمان ها و نیز بررسی تغییرات حاصل در ضایعات بهره می گیرند. اجزای تشکیل دهنده در یک سیستم رادیوگرافی دیجیتال ساب تراکشن مانند رادیوگرافی دیجیتال معمولی است و بیشترین تفاوت در گرفتن دو تصویر و استفاده از سیستم تحلیل نرم افزاری تصویر است که در روش **DSR** مورد بهره برداری قرار می گیرد.^(۱۳)

از جمله محدودیتهای این روش این است که باید رادیوگرافی ثانوی که گرفته میشود عیناً از نظر محل و خصوصیات دیگر مشابه فیلم اولیه باشد تا بتوان ۲ فیلم را از هم تفریق کرد که این مسئله نیازمند دقت بیشتری می باشد.

تحقیقات **Carralho** و همکاران که از این روش جهت بررسی ترمیمهای استخوانی متعاقب درمان ریشه دندان در ناحیه آپیکال استفاده کرده اند و شاهد تغییرات قابل توجهی طی ۶۰ روز پس از درمان بودند می توان به این مساله اشاره نمود که در روش **DSR** کوچکترین تغییرات در جهت مینرالیزاسیون و یادمینرالیزاسیون در هر نسجی اعم از دندان و یا استخوان قابل رویت و بررسی می باشد.^(۱۴)

در این تحقیق سعی شد تا دقت رادیوگرافی دیجیتال ساب تراکشن در تشخیص پوسیدگی ثانویه سنجیده شود. مشاهده حفره با ترمیم بدون پوسیدگی ثانویه به عنوان استاندارد طلایی

در نظر گرفته شد. بررسی های حاصل از این تحقیق در خصوص ارزیابی دقت این روش نشان داد که در تشخیص پوسیدگی میزان حساسیت در ناحیه مزیا ۶۹/۶ درصد و در ناحیه دیستال میزان حساسیت ۸۶ درصد می باشد. میزان ارزش اخباری مثبت در ناحیه مزیا ۷۱/۶۲ درصد و میزان ارزش اخباری مثبت در ناحیه دیستال ۷۷ درصد به دست آمده است و به این معناست که دیجیتال ساب تراکشن در تشخیص سطوح دارای پوسیدگی ثانویه قدرت تشخیصی بالایی دارد. با توجه به اعداد به دست آمده ی ارزش اخباری منفی که در ناحیه مزیا ۷۵/۴۸ درصد و در ناحیه دیستال ۸۷ درصد حاصل شده مشخص می شود که این روش در تشخیص سطوح سالم هم قدرت بالایی دارد که البته کمی از تشخیص سطوح پوسیده بالاتر است. دقت محاسبه در هر کدام به ترتیب ۷۳ درصد و ۸۲ درصد حاصل شد. بررسی نشان داد که در ناحیه مزیا (۲۶/۲ درصد) میزان خطای تشخیص **DSR** نسبت به ناحیه دیستال (۱۷/۶ درصد) بیشتر می باشد. آزمون نسبت ها نشان داد این اختلاف از لحاظ آماری معنادار است. ($P < 0.01$)

در سال ۲۰۰۴ **wenzel** و همکاران جهت تشخیص پوسیدگی اکلوزال از رادیوگرافی دیجیتال ساب تراکشن به همراه استانوس فلوراید استفاده کردند و بررسی هیستولوژیک به عنوان استاندارد طلایی در نظر گرفته شد آنها نتیجه گرفتند که تصاویر دیجیتال ساب تراکشن حساسیت بالاتری برای تشخیص پوسیدگیهای اکلوزال عاجی نسبت به رادیوگرافی های معمولی دارد و جواب های مثبت کاذب کاهش می یابد اما این اختلاف از نظر آماری معنادار نبود.^(۱۵) اما در تحقیق حاضر اختلاف معناداری وجود داشت.

در تحقیق غفاری و همکارانش که در دانشگاه اصفهان به منظور بررسی میزان دقت رادیوگرافی دیجیتال ساب تراکشن در تشخیص تحلیل خارجی ساختگی ریشه انجام شد، مشخص گردید، که این نوع رادیوگرافی در تشخیص ضایعات کوچک تحلیلی روی سطوح پروگزیمال و فاسیال دارای حساسیتی بالاتر از روش دیجیتال مستقیم است و این اختلاف از لحاظ

آماري معنادار است. ولي در مورد ضايعات بزرگ داراي حساسيت مشابه هستند و اختلاف آماري معناداري مشاهده نشد.^(۱۶) در مطالعه حاضر ميزان حساسيت در تشخيص ضايعات به نسبت بالا بود و اين اختلاف از لحاظ آماري معنادار بود.

در سال ۲۰۰۴ ورشوساز و همکاران تحقيقي به منظور بررسي دقت DSR در تشخيص ضايعات دمينراليزه دندان در دانشگاه شهيد بهشتي انجام دادند و نتيجه گرفتند که اين روش در تشخيص ضايعات اوليه از ميزان دقت بالاتري برخوردار است در حالیکه در مورد پوسيدگي هاي پروگزيمال متوسط اين روش دقتي مشابه با راديوگرافي ديگيتال مستقيم دارد.^(۱۷) در مطالعه حاضر ديگيتال ساب ترکشن دقت بالايي در تشخيص پوسيدگي ثانويه داشت و اختلاف آماري معناداري در اين زمينه مشاهده شد. مطالعه پيماني و همکاران در رابطه با کاربرد روش ديگيتال ساب ترکشن در تشخيص عمق هاي مختلف پوسيدگي دندان نشان داد که اين روش، روش اختصاصي در تشخيص پوسيدگي هاي کلاس سه است و با افزايش عمق پوسيدگي قدرت آن افزايش مي يابد.^(۱۸) به طور کلي در تحقيق حاضر ميزان حساسيت راديوگرافي در تشخيص پوسيدگي ثانويه کمتر از ويژگي آن بوده و به اين معنا است که دقت

راديوگرافي ديگيتال ساب ترکشن در تشخيص دندان هاي سالم بالاتر از دندان هاي پوسيده است که البته اين ميزان خيلي متفاوت نيست. ميزان PPV (ارزش پيش بيني مثبت) به دست آمده نشان مي دهد که اگر راديوگرافي ديگيتال ساب ترکشن تشخيص پوسيدگي را مثبت اعلام کند احتمال بالاتري براي کشف پوسيدگي به روش کلينيکي وجود خواهد داشت. در ضمن ميزان NPV (ارزش اخباري منفي) نشان مي دهد که اين راديوگرافي به تنهائي مي تواند سالم بودن يک دندان را تعيين کند. ميانگين دقت در تشخيص پوسيدگي ثانويه ۸۲ درصد به دست آمد که نشان گر اين مسئله است که در حدود ۸۲ درصد تشخيص پوسيدگي ثانويه با استفاده از راديوگرافي ديگيتال ساب ترکشن توسط متخصصين بخش راديولوژي و ترميمي صحيح بوده است.

نتيجه گيري:

به نظر مي رسد استفاده از راديوگرافي Digital subtraction در تشخيص پوسيدگي هاي ثانويه به خصوص در سطح ديستال دندان مفيد است.

References:

- 1- Mjori A, Toffenti G. Secondary caries ,A Literature review with case reports. Quintessence Int. 2000 Mar;31(3):165-79.
- 2- White Sc, pharaoh MJ: Oral Radiology, Principle, principle and interpretation. 4nd ed. Mosby:inc; 2000.p: 15: 241-253.
- 3- Kidd EA, Joyston-Bechal S, Beighton D. Diagnosis of secondary caries : a laboratory study. Br Dent J. 1994 Feb 19;176(4):135-8, 139.
- 4- Sturdervant CM, Roberson TM, Heymann Ho, sturdervant JR : The Art and science of operative dentistry . 3 nd ed. Mosby: Inc ; 1995 .p: 5 : 168-205
- 5-Hewleft ER, Atchison KA, whire SC, Flackr V. Radiographic secondary caries prevalence in teeth with clinically defective restoration . J Dent Res. 1993 Dec;72(12):1604-8.
- 6-Espelid I, Trite AB, Erikson RI, Keck SC, Glasspole EA : Radiographic secondary caries , restoration and detection . Dent Mater. 1991 Apr;7(2):114-7.

- 7- Hansmann E. Digital Subtraction Radiography : the (1983)and now (1998) . J Dent Res. 1999 Jan;78(1):7-10.
- 8- Wenzel A, Anthousion DN, Juul MB. Reproducibility assessment of caries be harior : a comparison between conventional film and subtraction radiography. Caries Res. 2000 May-Jun;34(3):214-8.
- 9- Razi T, Mohammadi A, Ghojzadeh M. Coparision of Accuracy of conventional Periapical Radiography and digital subtractions radiography with or without image enhancement in the diagnosis of density changes. J Dent Res Dent Clin Dent Prospects. 2012 Spring;6(2):54-8
- 10- Hausmann E. Digital Subtraction Radiography. J Dent Res. 1999 Jan;78(1):7-10
- 11- Senel B, Kamburoglu K, Uçok O, Yüksel SP, Ozen T, Avsever H. Diagnostic accuracy of different imaging modalities in detection of proximal caries. Dentomaxillofac Radiol. 2010 Dec;39(8):501-11
- 12- Wolwacz VF, Chapper A, Busato AL, Barbosa AN. Correlation between Visual and Radiographic Examination of Non Cavited Occlusal Caries Lesion An In Vitro Study. Braz Oral Res. 2004 Apr-Jun;18(2):145-9.
- 13- Sheikhi M, Jadiri F. Comparison of digital radiography and digital sub-traction of the temporal progression of dentinal caries. Journal of Shahid Sadoughi University of Medical Science. 2011 Mar-Apr ; 19(1); 54-64 [Persian]
- 14- Carralho FB, Goncalves M, Guerreiro- Tanomaru JM, Tanomaru-Filho M. Evaluation of periapical changes following endodontic therapy: digital subtraction radiography compared with computerized Morphometric analysis. Dentomaxillofac Radiol. 2009 Oct;38(7):438-44
- 15- Wenzel A, Halse A . Digital subtraction radiography after stannous fluoride treatment for occlusal a caries diagnosis . Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1992 Dec;74(6):824-8.
- 16- Ghafari R, Keshavarzi M. Evaluation of the accuracy of digital subtraction radiography in the detection of external root resorption of synthetic (in vitro). Journal of Isfahan Dental School. 2008; 4(3):141-149 [Persian]
- 17- Varshowsaz M , Ghaffari R . Evaluation of the accuracy of digital subtraction radiography in the detection of dental demineralization (in vitro). J Dent Sch. 2004; 22(2):332-340 [Persian]
- 18- Peymani A, Talayeepour A, Nemati Anaraki S, Mehralizadeh S, Shirzad Delavar A, Talebi. The accuracy of digital subtraction Radiography in the diagnosis of different depths of class III caries- an invitro study. JRDS. 2011; 8(3):120-129